



Vergleich von Antibeschlagmethoden in der Endoskopie

Knauth, A ; Weiss, M ; Dave, M ; Frotzler, A ; Haas, T

Abstract: **BACKGROUND:** The use of a flexible or rigid fiberoptic bronchoscope belongs to the standard repertoire in anesthesiology. Besides a lack of training these procedures may be considerably compromised by endoscopic lens fogging. Several antifogging approaches are commercially available but to date no controlled studies regarding the efficacy of these devices in bronchoscopes exists. The aim of the present study was to compare the efficacy of different commercially available anti-fogging techniques for rigid and flexible bronchoscopes. **MATERIALS AND METHODS:** The study was performed at the department of anesthesia in a university children's hospital. An artificial airway model was created to simulate in vivo conditions with respect to airflow, temperature and atmospheric moisture. A test picture was inserted into the artificial airway for assuring a standardized view through the bronchoscopes. Antifogging efficacy of two liquid antifog solutions (Ultrastop and Anti-Fog), two antifog wipes (Lina Clear and Reso Clear) and an induction endoscope preheater system (used after one and two induction preheating phases) was assessed by video taping of the bronchoscope view of the test picture. In addition the administration of continuous oxygen airflow of 2 l min⁻¹ through the suction channel of the flexible bronchoscope was tested as an alternative method to prevent lens fogging. All final pictures were rated by 10 staff anesthesiologists who were blinded to the antifog devices used. To assess the clinical relevance of the results, ratings were classified into a 5 grade rating scale (ranging from no visualization of any structure to excellent endoscopic view allowing safe endotracheal intubation). In addition, the failure rate of each anti-fog technique was calculated. **RESULTS:** A total of 300 endoscopic test pictures were taken and assessed. Using the flexible bronchoscope, the use of anti-fog solution (failure rate 3 %) and Lina Clear wipes (failure rate 4%) showed the best results. In the rigid bronchoscope group Ultrastop solution (failure rate 5 %) and Lina Clear wipes (failure rate 3.5 %) showed superior results. The two-time use of the endoscope preheater system was effective using flexible (failure rate 6 %) and rigid bronchoscopes (failure rate 10 %). The application of a continuous oxygen flow of 2 l/min failed to provide a clear endoscopic view (failure rate 93.5 %). **CONCLUSIONS:** All commercially available antifog liquids and wipes showed slightly different reduction of lens fogging. However, other factors such as frequency of usage, the type of endoscope, hygiene properties as well as cost-effectiveness might have a substantial impact on the comparison of all tested anti-fog devices. The use of an endoscope preheater system might be a conceivable alternative method to reduce lens fogging despite the higher initial cost. However, the multiple use of the preheater system cannot be recommended at present as additional handling procedures to ensure an appropriate but safe temperature of the endoscopic tip should be provided by the manufacturer. Application of a continuous oxygen flow was shown not to be effective in preventing lens fogging using a flexible fiberoptic bronchoscope.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00101-012-2116-z>

Other titles: Comparison of antifog methods in endoscopy. What really helps

Journal Article
Published Version

Originally published at:

Knauth, A; Weiss, M; Dave, M; Frotzler, A; Haas, T (2012). Vergleich von Antibeschlagmethoden in der Endoskopie. *Der Anästhesist*, 61(12):1036-1044.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00101-012-2116-z>

Anaesthesist 2012 · 61:1036–1044
 DOI 10.1007/s00101-012-2116-z
 Eingegangen: 6. September 2012
 Überarbeitet: 4. November 2012
 Angenommen: 12. November 2012
 Online publiziert: 13. Dezember 2012
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

A. Knauth¹ · M. Weiss¹ · M. Dave¹ · A. Frotzler² · T. Haas¹

¹ Abteilung Anästhesie, Universitäts-Kinderkliniken Zürich

² Clinical Trial Unit, Schweizer Paraplegiker-Zentrum, Nottwil

Vergleich von Antibeschlagmethoden in der Endoskopie

Was wirklich hilft

Obwohl die Problematik des Beschlagens von Fiberoptiken und starren Bronchoskopen hinreichend bekannt ist und in der Routine ein relevantes Ausmaß annimmt, liegen bisher keine Daten zur Wirksamkeit von Antibeschlagmethoden aus kontrollierten Studien vor. Die Ergebnisse des im Folgenden vorgestellten kontrollierten Vergleichs der Wirksamkeit einzelner Antibeschlagmethoden im Einsatz mit flexiblen und starren Endoskopen können den Anästhesisten in der Wahl der geeigneten Methode unterstützen.

Hintergrund und Fragestellung

Die erste endotracheale Intubation mithilfe einer Fiberoptik wurde 1967 durch Murphy [1] beschrieben; die endotracheale Intubation gilt seither als wertvolles Hilfsmittel im Management des schwierigen Atemwegs [2, 3]. Ebenso hat sich auch die starre Bronchoskopie als Standardverfahren zur Diagnose pathologischer tracheobronchialer Veränderungen sowie zur Entfernung von Fremdkörpern aus der Trachea und den Bronchien in der Kinderanästhesie etabliert [4]. Fehlende Erfahrung des Anwenders, Sekret oder

Blutungen im Atemweg, aber auch das Beschlagen der Optik können die Anwendung eines Endoskops erheblich erschweren oder unmöglich machen [3, 5, 6].

Um das Beschlagen eines Endoskops zu verhindern, gibt es verschiedene kommerziell erhältliche Antibeschlagmittel, die als Flüssigkeit zum Auftragen oder als gebrauchsfertige Tücher zur Verfügung stehen. Auch Geräte zum Erwärmen der Optik sollen das Beschlagen der Optik verhindern. Einige Anwender empfehlen als Antibeschlagmethode bei flexiblen Fiberoptiken die kontinuierliche Leitung von Sauerstoff über den Arbeitskanal [7].

Tab. 1 Übersicht getesteter Antibeschlagmethoden

Antibeschlagmethode	Hersteller	Referenz	Studienprozedere	Inhaltsstoffe laut Hersteller	Kosten
Ultrastop (Flasche 25 ml)	MoNo chem-pharm Produkte GmbH Wien, Österreich	LOT: 2751	1,5 ml auf einen Gazetupfer getropft; Linse des Endoskops wurde 3-mal damit abgewischt	Äthanol, spezielle oberflächenaktive Substanzen	EUR 16,31/25 ml Ca. EUR 2/Anwendung bei 8 Anwendungen/Flasche
Anti-Fog-Lösung (Behälter 7 ml)	Purple Surgical London, England	REF: PS3500B LOT: 0309109	1,5 ml auf einen Gazetupfer getropft; Linse des Endoskops wurde 3-mal damit abgewischt	Milde Alkohollösung, Tenside	EUR 4,65/7 ml
Lina Clear Sight Wipe (Tücher)	Lina Glostrup, Dänemark	REF: CS-40 LOT: 10255	Linse des Endoskops wurde 3-mal abgewischt	Glyzerin, Tenside, Aqua	EUR 66,05/30 Tücher Ca. EUR 2,20/Anwendung
Reso Clear (Tücher)	Resorba Nürnberg, Deutschland	REF: RT-100 LOT: 00509	Linse des Endoskops wurde 3-mal abgewischt	Äthanol, Aqua, Tenside	EUR 9,54/12 Tücher Ca. EUR 0,79/Anwendung
Endoskopvorwärmer	Xion Medical GmbH Berlin, Deutschland	Artikelnummer: 340 010 100	Aufwärmen der Endoskopspitze durch Induktion, ein- oder zweimalige Aufwärmung		EUR 652
Nur mit flexiblem Bronchoskop					
Sauerstofffluss	Kontinuierlicher Sauerstofffluss von 2 l/min über Arbeitskanal				

A. Knauth · M. Weiss · M. Dave · A. Frotzler · T. Haas

Vergleich von Antibeschlagmethoden in der Endoskopie. Was wirklich hilft

Zusammenfassung

Hintergrund und Fragestellung. Endoskopische Verfahren, wie die fiberoptische Intubation, haben sich als Standard in der Anästhesie etabliert. Obwohl allgemein bekannt ist, dass zur sicheren Anwendung von Endoskopen eine Antibeschlagmethode unerlässlich ist, fehlen Studien zum Vergleich der Wirksamkeit verschiedener Antibeschlagmethoden. Ziel dieser Studie war es, die Wirksamkeit von 7 Antibeschlagmethoden im Einsatz mit einem flexiblen und einem starren Endoskop zu untersuchen.

Material und Methoden. Die Wirksamkeit von je 2 Antibeschlaglösungen und -tüchern, einem induktiven Endoskopvorwärmer, sowie kontinuierlichem Sauerstofffluss über den Arbeitskanal der Optik wurde in einem Atemwegsmodell mithilfe eines flexiblen und

eines starren Endoskops getestet sowie verblindet beurteilt.

Ergebnisse. Insgesamt wurden 300 Testbilder aufgezeichnet und analysiert. Sowohl in der Gruppe mit dem flexiblen als auch in der Gruppe mit dem starren Endoskop erzielten je eine Antibeschlaglösung und ein -tuch die besten Ergebnisse. Flexible Endoskopie: Anti-Fog (Versagerquote: 3%), Lina Clear (4%). Starre Endoskopie: Ultrastop (5%), Lina Clear (3,5%). Der Endoskopvorwärmer mit 2-maliger Anwendung zeigte in beiden Gruppen sehr gute Ergebnisse (6% und 10%). Keinen positiven Effekt gegen das Beschlagen eines Endoskops ergab die Verwendung des Sauerstoffflusses (93,5%).

Schlussfolgerungen. Die Studie konnte aufzeigen, dass es Unterschiede in der Effektivität von Antibeschlagmethoden und -lösungen gibt.

Der klinische Einsatz ist aber auch von weiteren Faktoren wie Endoskoptyp und Häufigkeit der Verwendung, Kosten- und Hygieneaspekten abhängig. Der induktive Endoskopvorwärmer kann trotz hoher Anschaffungskosten eine Alternative darstellen. Jedoch fehlen bislang klare Sicherheitshinweise zur mehrfachen Anwendung durch den Hersteller. Der kontinuierliche Sauerstofffluss über den Arbeitskanal einer flexiblen Optik kann nicht als Antibeschlagmethode empfohlen werden.

Schlüsselwörter

Anästhesie · Bronchoskopie · Fiberoptische Technologie · Intubation, endotracheal · Sicht, okular

Comparison of antifog methods in endoscopy. What really helps

Abstract

Background. The use of a flexible or rigid fiberoptic bronchoscope belongs to the standard repertoire in anesthesiology. Besides a lack of training these procedures may be considerably compromised by endoscopic lens fogging. Several antifogging approaches are commercially available but to date no controlled studies regarding the efficacy of these devices in bronchoscopes exists. The aim of the present study was to compare the efficacy of different commercially available anti-fogging techniques for rigid and flexible bronchoscopes.

Materials and methods. The study was performed at the department of anesthesia in a university children's hospital. An artificial airway model was created to simulate in vivo conditions with respect to airflow, temperature and atmospheric moisture. A test picture was inserted into the artificial airway for assuring a standardized view through the bronchoscopes. Antifogging efficacy of two liquid antifog solutions (Ultrastop and Anti-Fog), two antifog wipes (Lina Clear and Reso Clear) and an induction endoscope preheater system (used after one and two induction preheating phases) was assessed by video tap-

ing of the bronchoscope view of the test picture. In addition the administration of continuous oxygen airflow of 2 l min⁻¹ through the suction channel of the flexible bronchoscope was tested as an alternative method to prevent lens fogging. All final pictures were rated by 10 staff anesthesiologists who were blinded to the antifog devices used. To assess the clinical relevance of the results, ratings were classified into a 5 grade rating scale (ranging from no visualization of any structure to excellent endoscopic view allowing safe endotracheal intubation). In addition, the failure rate of each anti-fog technique was calculated.

Results. A total of 300 endoscopic test pictures were taken and assessed. Using the flexible bronchoscope, the use of anti-fog solution (failure rate 3 %) and Lina Clear wipes (failure rate 4%) showed the best results. In the rigid bronchoscope group Ultrastop solution (failure rate 5 %) and Lina Clear wipes (failure rate 3.5 %) showed superior results. The two-time use of the endoscope preheater system was effective using flexible (failure rate 6 %) and rigid bronchoscopes (failure rate 10 %). The application of a continu-

ous oxygen flow of 2 l/min failed to provide a clear endoscopic view (failure rate 93.5 %).

Conclusions. All commercially available antifog liquids and wipes showed slightly different reduction of lens fogging. However, other factors such as frequency of usage, the type of endoscope, hygiene properties as well as cost-effectiveness might have a substantial impact on the comparison of all tested anti-fog devices. The use of an endoscope preheater system might be a conceivable alternative method to reduce lens fogging despite the higher initial cost. However, the multiple use of the preheater system cannot be recommended at present as additional handling procedures to ensure an appropriate but safe temperature of the endoscopic tip should be provided by the manufacturer. Application of a continuous oxygen flow was shown not to be effective in preventing lens fogging using a flexible fiberoptic bronchoscope.

Keywords

Anesthesia · Bronchoscopy · Fiberoptic technology · Intubation, endotracheal · Vision, ocular

Studiendesign und Untersuchungsmethode

Es wurde die Wirksamkeit von 2 kommerziell erhältlichen Antibeschlagflüs-

sigkeiten (Ultrastop und Anti-Fog), 2 gebrauchsfertigen Antibeschlagtüchern (Lina Clear und Reso Clear) sowie eines Endoskopvorwärmers verglichen. Zusätzlich wurde die Wirksamkeit eines

kontinuierlichen Sauerstoffflusses von 2 l/min über den Arbeitskanal der flexiblen Fiberoptik als Antibeschlagmethode getestet. Alle in der Studie verwendeten Antibeschlagmethoden sind mit Detail-

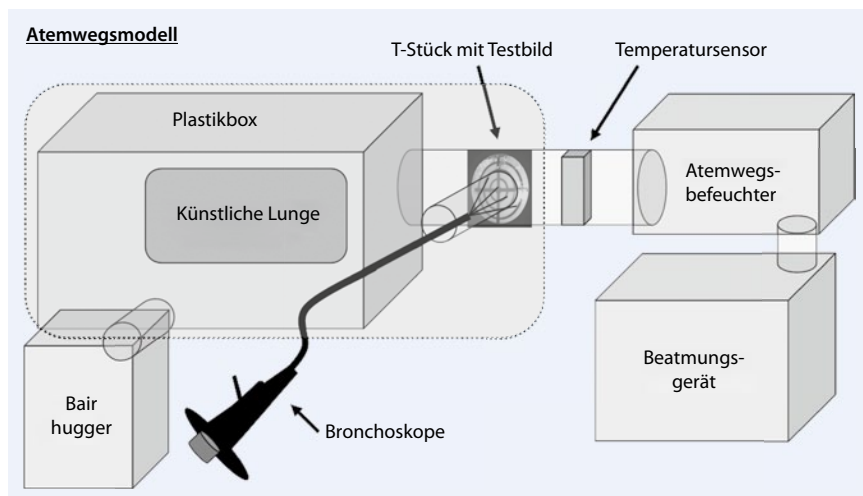


Abb. 1 ▲ Schematischer Aufbau des Atemwegsmodells

informationen in **Tab. 1** aufgeführt. Die Antibeschlagflüssigkeiten und -tücher wurden bei Raumtemperatur gelagert und entsprechend den Herstellerangaben benutzt. Um einen möglichen chargenabhängigen Einfluss der flüssigen Antibeschlagmittel zu minimieren, wurden diese maximal für 4 Durchgänge/Flasche verwendet. Die Antibeschlagtücher wurden jeweils nur einmalig benutzt.

Der Endoskopvorwärmer wurde entsprechend der Gebrauchsanweisung so eingesetzt, dass die Spitze des Endoskops so lange in das Gerät eingeführt wurde, bis die Kontrolllampe das Ende des Erwärmungsprozesses anzeigte (einfache Anwendung). Da eine Voruntersuchung ergeben hatte, dass das 2-malige Erwärmen des Endoskops kurz hintereinander zu deutlich besseren Ergebnissen führte, kam in der Studie zusätzlich die 2-fache Anwendung zum Einsatz.

Alle Antibeschlagmethoden (mit Ausnahme des Sauerstoffflusses, der den Arbeitskanal der flexiblen Fiberoptik benötigt) wurden sowohl mit einer flexiblen Fiberoptik der Fa. Pentax (3.5 No 1, Typ FI 10P2, Pentax, Tokio, Japan) als auch mit einem starren Bronchoskop der Fa. Storz (Hopkins II 0° Optik, Karl Storz, Tuttlingen, Deutschland) getestet. Als Lichtquelle diente für beide Endoskope medizinisches Kaltlicht (24 W Metal Halid Lamp, Volpi AG, Schlieren, Schweiz).

Atemwegsmodell

Um die Wirksamkeit der Antibeschlagmethoden zu testen, wurde eigens ein Atemwegsmodell entwickelt, das Gasfluss, Temperatur und Luftfeuchtigkeit eines menschlichen, beatmeten Atemwegstrakts simuliert (**Abb. 1**). Dazu wurde in einem Plastikbehälter, in dem mithilfe eines Warmluftheizers („bair hugger“, Draeger AG, Lübeck, Deutschland) die Luft auf 37°C aufgeheizt wurde, eine künstliche Lunge installiert (Siemens Test Lunge 190, Siemens Medical Solutions Diagnostics AG, Zürich, Schweiz). Diese wurde mithilfe eines Anästhesiebeatmungsgeräts (S/5 ADU, Datex Ohmeda, Helsinki, Finnland) mit einer inspiratorischen Sauerstofffraktion (F_{iO_2}) von 0,5 bei einem Gasfluss von 6 l/min volumenkontrolliert ventiliert [Atemzugvolumen 300 ml, Atemfrequenz 16/min, Verhältnis von Inspiration zu Expiration (I:E) 1:2]. Durch den Einsatz eines Atemwegs-befeuchters (MR 730 Humidification System, Fischer & Paykel, Irvine, USA) wurde sichergestellt, dass das Atemgas im Inspirationsschenkel des Beatmungsschlauchs eine konstante Temperatur von 37°C aufwies und zu 100% mit Wasserdampf gesättigt war.

Um die Wirksamkeit der Antibeschlagmethoden zu überprüfen, wurde in das T-Stück des Beatmungsschlauchs ein Testbild (**Abb. 2**) integriert, das jeweils in einem definierten Abstand von 0,5 cm mit der verwendeten Optik betrachtet wurde.

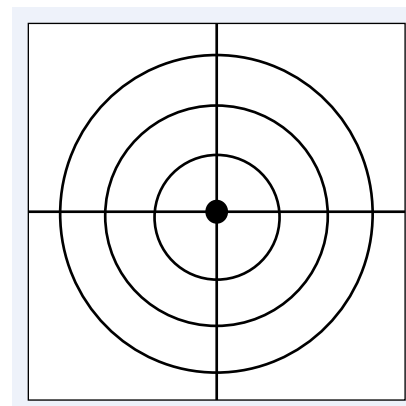


Abb. 2 ▲ Im Atemwegsmodell installiertes Testbild

Testablauf

Es wurde je eine Aufstellung für die Gruppe des flexiblen Endoskops und eine Aufstellung für die Gruppe des starren Endoskops erstellt, in der die Reihenfolge der anzuwendenden Antibeschlagmethoden festgelegt wurde. Dazu wurden in der Gruppe des flexiblen Endoskops je 20 Durchgänge für die 7 Antibeschlagmethoden plus 20 Durchgänge ohne Antibeschlagmethode für die Kontrollgruppe (insgesamt 160 Durchgänge) randomisiert. In der Gruppe der starren Endoskope wurden je 20 Durchgänge für die 6 Antibeschlagmethoden (keine Testung des Sauerstoffflusses als Antibeschlagmethode möglich) plus 20 Durchgänge für die Kontrollgruppe randomisiert gelistet (insgesamt 140 Durchgänge).

Die Antibeschlagmethoden wurden gemäß einem standardisierten Protokoll getestet, das in **Abb. 3** dargestellt ist. Um einen möglichen Wärmeeffekt durch die Lichtquelle auf die Optik auszuschließen und eine einheitliche Starttemperatur des Endoskops sicherzustellen, wurde das Endoskop jeweils am Anfang jedes Durchgangs mit ausgeschalteter Lichtquelle für mindestens 5 min in ein Wasserbad bei 20°C gelegt. Nach dem Wasserbad wurde das Endoskop mit einer sterilen Gaze getrocknet, die Lichtquelle eingeschaltet und die Schärfe kontrolliert.

Nun wurde das Endoskop, ohne eine Antibeschlagmethode anzuwenden, in das ventilierte T-Stück des Atemwegs-

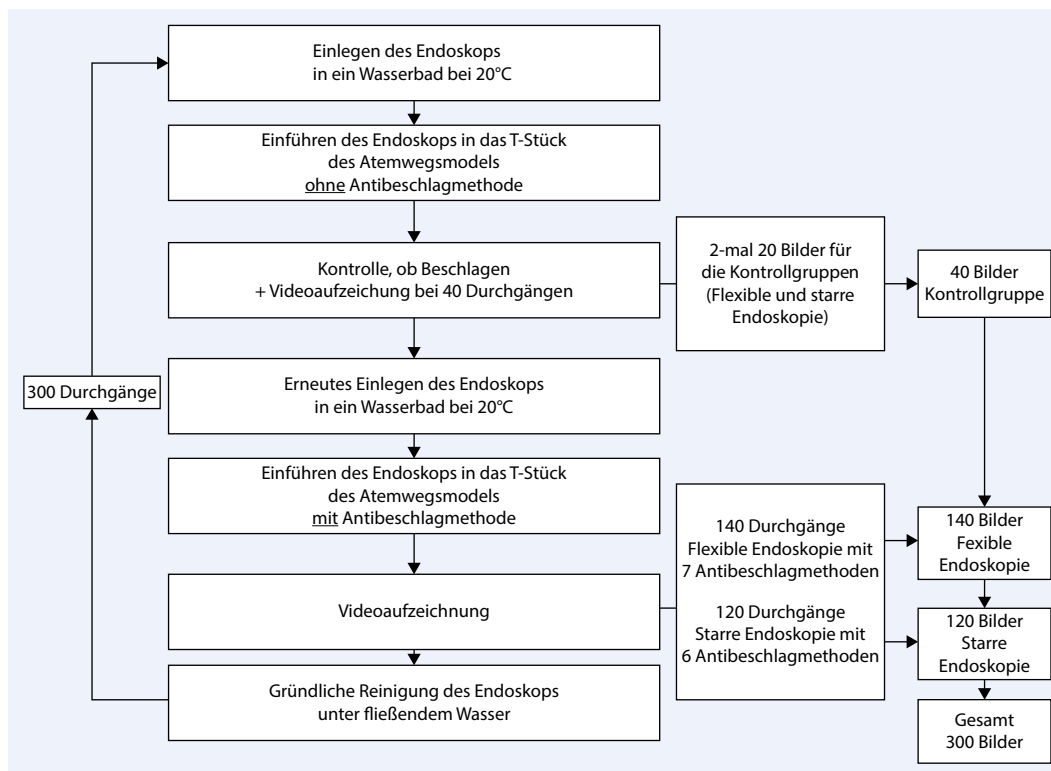


Abb. 3 Schematische Darstellung des standardisierten Testablaufs, der für jede Antibeschlagmethode und die beiden Kontrollgruppen je 20-mal durchgeführt wurde



Abb. 4 Beispiel eines Testbilds je Gruppe nach Beurteilung der Aufnahmen durch die Fachärzte. 5 Testbild uneingeschränkt erkennbar, uneingeschränkte Intubationssicht; 4 Testbild gut erkennbar, gute Intubationssicht; 3 Testbild eingeschränkt erkennbar, eingeschränkte Intubationssicht; 2 Testbild kaum erkennbar, schlechte Intubationssicht; 1 Testbild nicht erkennbar, sehr schlechte Intubationssicht

dels eingeführt, bis der definierte Abstand der Optikspitze zum Testbild erreicht war. Hierbei konnte immer ein Beschlagen der Linse des Endoskops beobachtet werden. Bei 40 Durchgängen (20 Durchgänge je flexibler und starrer Endoskopie) ohne Antibeschlagmittel wurde jeweils eine Videosequenz mithilfe einer Videokamera (VIU Acutronic, Volpi AG, Schlieren, Schweiz) und eines Videokonverters (ConvertX PVR PX-TV402U, Plexor Inc. Fremont, CA, USA) auf einem Computer aufgezeichnet. Aus dieser entstanden die Bilder der Kontrollgruppe.

Für das, wie oben beschrieben, vorbereitete Endoskop wurde anhand der ran-

domisierten Aufstellungen die anzuwendende Antibeschlagmethode festgelegt und standardisiert durchgeführt. Entsprechend präpariert wurde das Endoskop in das ventilierte T-Stück des Atemwegsmodells eingeführt und erneut eine Videosequenz aufgezeichnet. Nach jedem Durchgang wurde das Endoskop unter fließendem Wasser gründlich gereinigt und gemäß dem oben beschriebenen Ablauf für den erneuten Einsatz wieder vorbereitet. Aus der Videosequenz wurde mithilfe einer Bildbearbeitungs-Software (Inter-video WinDVD Creator, Vers.2, 2002, InterVideo Inc./Corel Inc. Mountain View, CA, USA) für jeden durchgeführten Test-

durchgang das technisch beste Bild als Standbild abgespeichert.

Ein einzelner in der Anwendung erfahrener Facharzt für Anästhesiologie führte alle Testdurchläufe durch. Bei den 300 Durchgängen entstanden insgesamt 300 Testbilder. Diese wurden auf einem Computerbildschirm von 10 in der Anwendung der Bronchoskopie erfahrenen Fachärzten für Anästhesiologie beurteilt, die hinsichtlich des eingesetzten Antibeschlagverfahrens verblindet waren, so dass insgesamt 3000 Bewertungen erhoben wurden. Zur besseren Beurteilung war zusätzlich auf dem Bildschirm ein für die jeweilige Optik aufgenommenes Refe-

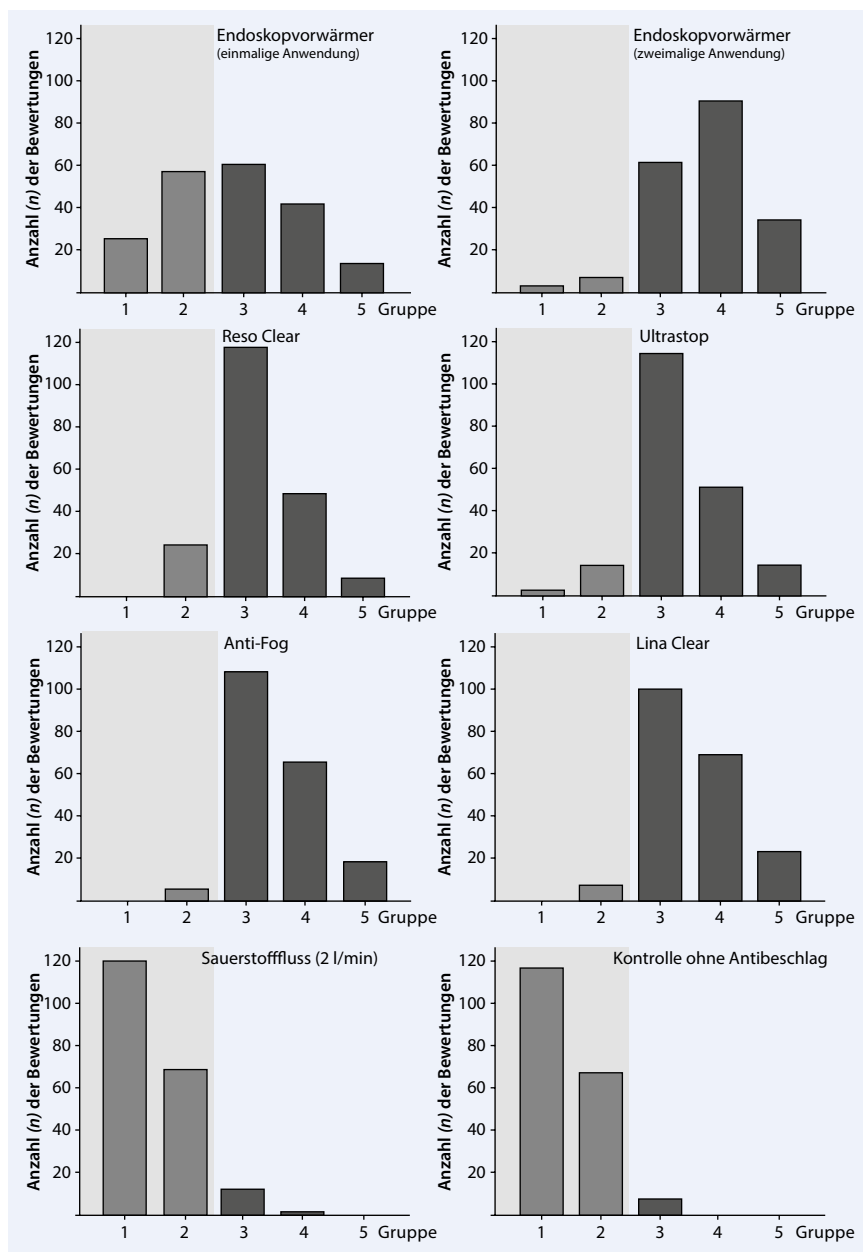


Abb. 5 ▲ Ergebnisse der flexiblen Bronchoskopie, grau hinterlegt: Versager (entsprechend Gruppe 1 und 2)

renztestbild (ohne Ventilation und Wasserdampf) abgebildet, dass die optimale Sicht durch das verwendete Endoskop aufzeigte. Die Bewertung erfolgte anhand folgender Skala und unterschied 5 Gruppen (■ **Abb. 4**):

- **Gruppe 1:** Testbild nicht erkennbar, sehr schlechte Intubationssicht,
- **Gruppe 2:** Testbild kaum erkennbar, schlechte Intubationssicht,
- **Gruppe 3:** Testbild eingeschränkt erkennbar, eingeschränkte Intubationssicht,

- **Gruppe 4:** Testbild gut erkennbar, gute Intubationssicht und
- **Gruppe 5:** Testbild uneingeschränkt erkennbar, uneingeschränkte Intubationssicht.

Statistik

Die Bewertungen der endoskopischen Sicht werden als Median und 25%- bzw. 75%-Perzentilwerte für jede Antibeschlagmethode gezeigt. Die statistische Analyse erfolgte mit der SPSS-Software (Version

18.0; SPSS Inc., Chicago Illinois, USA). Alle statistischen Analysen wurden separat für ein flexibles und ein starres Endoskop vorgenommen. Nachdem die Testung auf Normalverteilung eine nichtparametrische Verteilung der Daten bei beiden Optiken zeigte, wurde ein Friedman-Test zur übergeordneten Analyse auf signifikante Unterschiede zwischen allen Antibeschlagmitteln durchgeführt. Beim Vorliegen einer Signifikanz wurde mithilfe des Wilcoxon-Tests eine paarweise Analyse zwischen den einzelnen Antibeschlagmethoden durchgeführt. (Ein zweiseitiger p -Wert $<0,01$ wurde als signifikant angenommen.)

Nach Einstufung in eine der 5 Gruppen der Bewertungsskala wurde eine Friedman-Rangsummenskala für die Verwendung der flexiblen und der starren Optiken erstellt.

Bewertungen, die zu einer Einstufung in die Gruppe 1 und 2 führten, wurden als unzureichend für eine sichere Intubationssicht und damit als Versager definiert. Dagegen wurden Bewertungen in die Gruppen 3 bis 5 als ausreichender Schutz vor Beschlägen während einer fiberoptischen Intubation eingestuft.

Das Ausmaß der Interrater-Reliabilität bei der Beurteilung der Testbilder durch die 10 Fachärzte erfolgte durch statistische Analyse mithilfe des Cronbachs α -Test. Hierbei können ein α -Wert $>0,8$ als gut und ein α -Wert $>0,9$ als exzellente Übereinstimmung der Bewertung interpretiert werden.

Ergebnisse

Bei der Studie wurden insgesamt 3000 Bewertungen (300 Testbilder von je 10 Fachärzten beurteilt) für die getesteten Antibeschlagmethoden statistisch verglichen. Die deskriptive Analyse der Bewertungen und die Einteilung in eine der Bewertungsgruppen sind für jede Antibeschlagmethode mit entsprechender Kontrollgruppe in ■ **Abb. 5** (flexibles Endoskop) und 6 (starres Endoskop) dargestellt. Zusätzlich ist in ■ **Tab. 2** die Versagerquote jeder Antibeschlagmethode, nach flexibler und starrer Endoskopie getrennt, aufgezeigt.

Tab. 2 Anzahl der Versager (Gruppen 1 und 2) von je 200 Beurteilungen/
Antibeschlagnmethode

	Flexibles Endoskop		Starres Endoskop	
	Anzahl (n)	Anteil (%)	Anzahl (n)	Anteil (%)
Ultrastop	18	9,0	10	5,0
Anti-Fog	6	3,0	59	29,5
Lina Clear	8	4,0	7	3,5
Reso Clear	25	12,5	61	30,5
Endoskopvorwärmer (1-mal)	73	36,5	193	96,5
Endoskopvorwärmer (2-mal)	12	6,0	20	10,0
Sauerstofffluss	187	93,5		
Kontrollgruppe	192	96,0	196	98,0

Flexibles Endoskop

Bei der flexiblen Fiberoptik erzielte der Endoskopvorwärmer nach 2-maliger Anwendung das beste Ergebnis mit einer Bewertung im Median von 4 und lieferte damit signifikant bessere Ergebnisse als das Lina-Clear-Antibeschlagn Tuch ($p=0,003$; ■ **Abb. 5**). Zwischen dem Lina-Clear-Tuch und den Anti-Fog-Tropfen war kein signifikanter Unterschied festzustellen, jedoch waren beide im Median in der Bewertungsskala der Grup-

pe 3 zuzuordnen. Auch beim Betrachten der Versagerquoten erhielten Anti-Fog (3%), Lina Clear (4%) und der Endoskopvorwärmer mit 2-maliger Anwendung (6%) die besten Bewertungen. Ebenfalls mit einem Median von 3 in der Bewertungsskala, aber einem statistisch signifikanten Unterschied zum Nächsten in der Rangfolge und einer Versagerquote von 9% wurden die Ultrastop-Tropfen ($p=0,131$), das Antibeschlagn Tuch Reso Clear ($p<0,001$, Versagerquote 12,5%) und der Endoskopvorwärmer bei einfa-

cher Anwendung ($p<0,001$, Versagerquote 36%) beurteilt.

Die Applikation eines kontinuierlichen Sauerstoffflusses über den Arbeitskanal wurde signifikant schlechter bewertet als die einmalige Verwendung des Endoskopvorwärmers ($p<0,001$, Versagerquote 36%) und zeigte ebenso wie die Kontrollgruppe ohne Verwendung eines Antibeschlagnmittels eine Einstufung im Median in die Gruppe 1 der Bewertungsskala, ohne signifikanten Unterschied zwischen den beiden Methoden und Versagerquoten von 93,5% für den Sauerstofffluss bzw. 96% für die Kontrollgruppe.

Die Interrater-Reliabilität in der Bewertung der Testbilder war mit Cronbachs α -Werten zwischen 0,798 und 0,977 sehr gut.

Starres Endoskop

In der Analyse der Bewertungen bei Nutzung des starren Bronchoskops wurden die besten Ergebnisse bei den Ultrastop-Tropfen, dem Lina-Clear-Antibeschlagn-

Hier steht eine Anzeige.

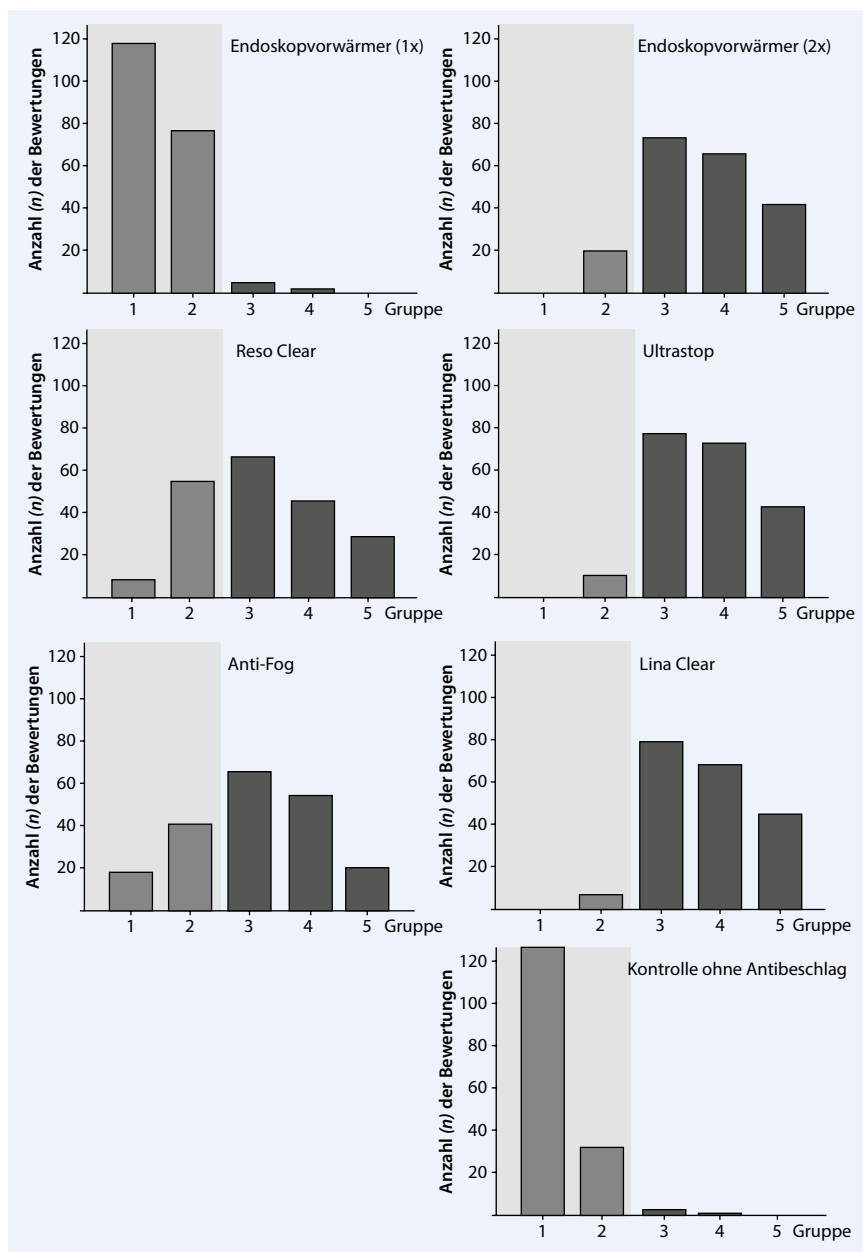


Abb. 6 ▲ Ergebnisse der starren Bronchoskopie, grau hinterlegt: Versager (entsprechend Gruppe 1 und 2)

tuch und dem Endoskopvorwärmer bei 2-maliger Anwendung beobachtet. Alle 3 genannten Methoden wurden im Median der Gruppe 4 der Bewertungsskala zugeordnet (Abb. 6) und zeigten auch hinsichtlich der Versagerquoten die besten Ergebnisse (Ultra 5%, Lina 3,5% und Endoskopvorwärmer, 2-mal, 10%). Zwischen diesen Antibeschlagnethoden gab es keine signifikanten Unterschiede. Die Verwendung von Anti-Fog-Tropfen war signifikant unterschiedlich zum Endoskopvorwärmer nach 2-maliger Verwendung

($p < 0,001$), zeigte aber eine gleiche Gruppenzuordnung wie die Reso-Clear-Antibeschlagntücher mit einem Median von 3, ohne signifikanten Unterschied zwischen diesen beiden Methoden und mit einer fast identischen Versagerquote von 29% bzw. 30%. Mit signifikantem Unterschied ($p < 0,001$) war der Endoskopvorwärmer bei einfacher Anwendung mit einer Versagerquote von 96,5% im Median in der Bewertungsgruppe 2 angesiedelt. Erwartungsgemäß waren die Ergebnisse der Kontrollgruppe ohne Verwendung einer

Antibeschlagnmethode mit einer Versagerquote von 98% im Median in der Gruppe 1 und damit signifikant unterschiedlich zum Endoskopvorwärmer bei einmaliger Verwendung ($p < 0,001$).

Die Cronbachs α -Testung in der starren Bronchoskopie ergab sehr gute Interrater-Reliabilität der Beurteiler von 0,899 bis 0,973.

Ein Unterschied zwischen der Verwendung von Antibeschlagn-Einmaltüchern oder einer Antibeschlagnlösung konnte in der vorliegenden Studie nicht gefunden werden.

Diskussion

In der vorgestellten Studie wurden 7 Antibeschlagnmethoden in einem eigens dafür entwickelten Atemwegsmodell kontrolliert untersucht und miteinander verglichen. Dabei erzielten bei flexiblen und starren Endoskopen v. a. der Endoskopvorwärmer in der 2-fachen Anwendung, Lina-Clear-Tücher und Ultrastop-Tropfen gute Ergebnisse. Für die Anti-Fog-Tropfen konnte nur bei dem flexiblen Endoskop ein gutes Ergebnis nachgewiesen werden. Ein positiver Effekt gegen das Beschlagen von Endoskopen ergab sich für den in dieser Studie applizierten Sauerstofffluss von 2 l/min nicht. Die Analyse der Kontrollgruppe machte deutlich, dass eine Antibeschlagnmethode zum sicheren Verhindern des Beschlagens eines Endoskops unverzichtbar ist.

Die fiberoptische Intubation ist heutzutage fester Bestandteil des anästhesiologischen Atemwegsmanagements und wird mit einer sehr hohen Erfolgsrate von 96–98,5% in der aktuellen Literatur beschrieben [5, 8]. Einig sind sich die Autoren darin, dass der Erfolg von verschiedenen Faktoren abhängig ist; hierbei wird v. a. die Erfahrung des Anwenders genannt [5]. Aber auch der Einsatz einer zuverlässigen Antibeschlagnmethode zur sicheren und effektiven Durchführung der flexiblen und der starren Bronchoskopie wird als unerlässlich bezeichnet [3, 5]. Insofern ist es erstaunlich, dass bisher kaum Daten zu den einzelnen Antibeschlagnmethoden vorliegen. Die wenigen Studien, die bisher durchgeführt wurden, kommen aus dem Bereich der endoskopischen Chirurgie. In diesen Studien wur-

de ein positiver Antibeschlageffekt durch das Erwärmen des Endoskops auf in der Regel 37°C beschrieben [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]. Gleichmaßen zeigte eine Studie aus der Anästhesiologie, dass durch das Aufwärmen eines Bullard-Laryngoskops mithilfe eines Heißluftgebläses ein Beschlagen erfolgreich verhindert werden konnte [17].

Ebenso wird bei dem GlideScope als transportables Videolaryngoskop durch die Firma damit geworben, dass durch Erwärmen der Optik über die Lichtquelle ein Beschlagen verhindert werden kann [18].

Generell basiert die Anwendung einer Antibeschlagmethode darauf, dass auf der Endoskopspitze ein transparenter Film aufgebracht wird, der die Tröpfchenbildung durch Kondensation von Wasserdampf und damit das Beschlagen der Optik verhindert. Das Kondensieren von Wasserdampf kann durch eine Temperaturdifferenz und durch den Unterschied der Luftfeuchtigkeit zwischen Umgebungs- und Atemluft entstehen. Zur Vermeidung der Tröpfchenbildung basieren alle in der Studie untersuchten Antibeschlagmittel entweder auf der Verwendung von Äthanol (UltraStop, Reso Clear, Anti-Fog) oder Glycerin (Lina Clear). Zusätzlich ist in allen Produkten eine oberflächenaktive Substanz (Tenside) zur Herabsetzung der Oberflächenspannung enthalten.

Antibeschlagmethoden

Die Auswahl der geeigneten Antibeschlagmethode sollte neben der Zuverlässigkeit der Methode von weiteren Faktoren abhängen, etwa der Art des verwendeten Endoskops, der Häufigkeit der Verwendung sowie Kosten- bzw. Hygieneaspekten. So kann bei der Verwendung von ausschließlich flexiblen Endoskopen der Einsatz von Anti-Fog-Tropfen durchaus sinnvoll sein, jedoch zeigten diese beim starren Endoskop nur unbefriedigende Ergebnisse. Der Grund mag in den unterschiedlichen Materialien der Endoskope liegen, bleibt allerdings als Frage offen.

In der vorliegenden Studie konnte belegt werden, dass Antibeschlagtücher und -tropfen sehr gute Ergebnisse erzielen. Falls in der eigenen Klinik sowohl flexible

als auch starre Endoskope eingesetzt werden, kommen Lina Clear als Tuch oder UltraStop als Tropfen infrage, beide mit einer Versagerquote <10% für flexible und starre Endoskope.

Endoskopvorwärmer

Der Endoskopvorwärmer erreichte bei 2-maliger, konsekutiver Anwendung jeweils sehr gute Bewertungen; deutlich schlechtere Ergebnisse wurden nach nur einmaliger Anwendung erzielt. Laut Mitteilung des Herstellers kann es durch verschiedene Materialien und Legierungen der Endoskope notwendig sein, den Endoskopvorwärmer 2-fach zu benutzen. Die mehrfache Anwendung ist jedoch bisher nicht in der Gebrauchsanleitung beschrieben und wird nun durch den Hersteller überprüft und ggf. in der Anleitung ergänzt. Um übermäßiges Erhitzen der Endoskopspitze und damit eine mögliche Schädigung der Trachealschleimhaut zu vermeiden, ist das erneute Aufwärmen des Bronchoskops nach Angaben des Herstellers erst mit einer Verzögerung von 2 s möglich. Aus Sicht der Autoren kann ohne entsprechende Anpassung der Gebrauchsanleitung die mehrfache Anwendung des Endoskopvorwärmers vorerst nicht empfohlen werden.

Nach erfolgter Anpassung der Gebrauchsanleitung kann die Anschaffung eines Endoskopvorwärmers aus wirtschaftlicher Sicht in Kliniken mit einem hohen Aufkommen von Bronchoskopen durchaus eine Alternative sein.

Sauerstofffluss

Die vorliegende Untersuchung zeigte, dass mithilfe der Applikation eines kontinuierlichen Sauerstoffflusses über den Arbeitskanal einer flexiblen Optik kein ausreichender Antibeschlageffekt erzielt werden kann. Im Gegensatz dazu wurde bei Verwendung eines höheren Sauerstoffflusses von 6–8 l/min bei einem Bullard-Laryngoskop ein positiver Antibeschlageffekt beschrieben [19]. Grundsätzlich sollte jedoch ein Sauerstofffluss >2 l/min bei Verwendung eines endotracheal eingeführten Endoskops, speziell bei Kindern, wegen der potenziellen Gefahren einer Hyper-

inflation der Lungen, einer Schleimhautschädigung der Bronchien oder – bei ösophagealer Passage – eines Überblähens des Magens vermieden werden. Daher wurde hier nur ein Sauerstofffluss von 2 l/min untersucht, bei dem kein positiver Antibeschlageffekt nachgewiesen werden konnte. Ein kontinuierlicher Sauerstofffluss über einem Endoskop während der Atemwegsendskopie kann jedoch zur Verbesserung der Oxygenierung bzw. zum Fernhalten von Schleim oder Sekret von der Optiklinse hilfreich sein.

Kosten

Der Preis kann ein weiteres wichtiges Entscheidungskriterium zur Auswahl der bevorzugten Antibeschlagmethode darstellen. Hier gibt es durchaus wesentliche Unterschiede. Die getesteten Antibeschlagtropfen werden in Behältern von 7 ml (Anti-Fog) bzw. 25 ml (UltraStop) geliefert. Unter der Annahme, dass bei der UltraStop-Lösung pro Einsatz mindestens 3 ml Lösung gebraucht werden, sind theoretisch 8 Anwendungen mit einer Einheit möglich. Die 7-ml-Container (Anti-Fog) werden nach Erfahrung der Autoren in der Regel bei einmaliger Anwendung vollständig verbraucht. Daraus ergeben sich die in **Tab. 1** errechneten Kosten pro Einsatz. (Die Preise wurden von Schweizer Franken in Euro umgerechnet.) Demnach wäre eine Anwendung der Anti-Fog-Lösung pro Einsatz fast doppelt so teuer wie die Verwendung von UltraStop-Tropfen (vorausgesetzt eine Flasche wird 8-mal benutzt) oder ein Lina-Clear-Tuch und über 5-mal so teuer wie ein Reso-Clear-Tuch. Beim Endoskopvorwärmer müssen die hohen Investitionskosten in Relation zur Häufigkeit des Einsatzes abgewogen werden.

Hygiene

Antibeschlagtücher sind aus hygienischer Sicht sinnvoll, da diese einzeln verpackt sind und nicht, wie nach Anbruch einer Flasche, für unbestimmte Zeit weiterverwendet werden. Die Hersteller der Lösungen machen interessanterweise keine Angaben dazu, wie lange eine offene Flasche weiterbenutzt werden darf. Im Gegensatz dazu sind spezielle Antibeschlagmittel für

den streng aseptischen Gebrauch (Laparoskopien, Thorakoskopien, Arthroskopien etc.) gefordert. Diese Lösungen gelten als autosteril, d. h., dass sich in ihnen weder Keime noch Sporen lebensfähig erhalten können. Auch wenn die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination bei den in der Studie getesteten Antibeschlaglösungen aufgrund der alkoholischen Basis als eher gering eingestuft werden kann, ist sie nicht sicher auszuschließen. Bisher existieren in der Literatur jedoch keine Fallberichte einer Kontamination durch Antibeschlaglösungen in der Anästhesie.

Atemwegsmodell

Das für diese Untersuchung entwickelte Atemwegsmodell zum Beschlagen von Optiken und der Testablauf erlaubten die Anfertigung von Testbildern in gleichbleibender Qualität. Obwohl das Atemwegsmodell noch nicht in weiteren Studien validiert wurde, bestätigte sich die Zuverlässigkeit der Methode durch die deutlichen Ergebnisse in den Kontrollgruppen der flexiblen und der starren Endoskopie mit einem Median von 1 und Versagerquoten von 96 bzw. 98%. Das Modell scheint daher für die Analyse dieser Fragestellung geeignet zu sein, muss aber als Limitation dieser Untersuchung beachtet werden.

Fazit für die Praxis

Die vorgestellte Studie konnte aufzeigen, dass es Unterschiede in der Effektivität von Antibeschlagverfahren gibt. Die Auswahl einer geeigneten Antibeschlagmethode hängt jedoch nicht nur von ihrer Wirksamkeit, sondern von weiteren Faktoren wie Art des Endoskops, Häufigkeit seiner Verwendung, Kosten- und Hygieneaspekten ab. Infrage kommen sowohl kommerziell erhältliche Tupfer als auch Tropfen. Der induktive Endoskopvorwärmer stellt nach Anpassung der Gebrauchsanleitung für Kliniken mit einem hohen Aufkommen von Bronchoskopien trotz hoher Anschaffungskosten eine denkbare Alternative dar. Der kontinuierliche, moderate, klinisch noch sichere Sauerstofffluss (2 l/min) über den Arbeitskanal einer flexiblen Optik kann

nicht als Antibeschlagmethode empfohlen werden, da hierbei keine Wirkung gegen das Beschlagen der Optik erzielt werden konnte.

Korrespondenzadresse



A. Knauth

Abteilung Anästhesie, Universitäts-Kinderkliniken Zürich
Steinwiesstr. 75, 8032 Zürich
Schweiz
axel.knauth@kispi.uzh.ch

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Murphy P (1967) A fibre-optic endoscope used for nasal intubation. *Anaesthesia* 22:489–491
- American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway (1993) Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 78:597–602
- Stackhouse RA (2002) Fiberoptic airway management. *Anesthesiol Clin North America* 20:933–951
- Tomaske M, Gerber AC, Weiss M (2006) Anesthesia and periinterventional morbidity of rigid bronchoscopy for tracheobronchial foreign body diagnosis and removal. *Paediatr Anaesth* 16:123–129
- Weiss YG, Deutschman CS (2000) The role of fiberoptic bronchoscopy in airway management of the critically ill patient. *Crit Care Clin* 16:445–451, vi
- Koerner IP, Brambrink AM (2005) Fiberoptic techniques. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 19:611–621
- Kleemann PP (1997) Technik der fiberoptischen Intubation. In: Kleemann PP (Hrsg) *Fiberoptische Intubation*. Thieme, Stuttgart, S 72
- Ovassapian A (1997) Fiberoptic assisted airway management. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 110:46–47
- Lawrentschuk N, Fleshner NE, Bolton DM (2010) Laparoscopic lens fogging: a review of etiology and methods to maintain a clear visual field. *J Endourol* 24:905–913
- Sackier JM, Berci G (1994) Maintaining a clear view in laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 8:824–825
- Runia AJ, Zengerink JF, Mannaerts GH (2009) Easy cleaning of the scope's lens in a syringe to prevent condensation during laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 23:2849–2850
- Mohammadhosseini B (2010) Povidone-iodine surgical scrub solution prevents fogging of the scope's lens during laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 24:1498–1499
- Flemming E, Bessell JR, Kunert W et al (1996) Principles determining optical clarity in endoscopic surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 5:440–444
- Waldron VD (2005) Reducing endoscopic fogging. *Am J Orthop* 34:303
- Hashimoto D, Shouji M (1997) Development of a fogless scope and its analysis using infrared radiation pyrometer. *Surg Endosc* 11:805–808

- Brown JA, Inocencio MD, Sundaram CP (2008) Use of a warming bath to prevent lens fogging during laparoscopy. *J Endourol* 22:2413–2414
- Dunn SM, Pulai I (1998) Forced air warming can facilitate fiberoptic intubations. *Anesthesiology* 88:282
- User Manual GlideScope Video Laryngoscope, Verathon, USA, <http://verathon.com/products/glidescope/ranger>
- Crosby ET (1995) Techniques using the Bullard laryngoscope. *Anesth Analg* 81:1314